

этом предполагается, что траектории многомерного марковского процесса  $\mathbf{x}$ , могут выходить из области  $\Omega$  через любую точку границы  $\Gamma$  [6].

В отсутствие случайных возмущений система, находясь в одном стационарном состоянии, не может перейти в другое без каких-либо внешних воздействий. Наличие даже малых случайных возмущений приводит к тому, что система начинает совершать малые флуктуационные колебания вблизи одного из стационарных состояний и время от времени переходит из одного состояния в другое. Естественно, что при рассмотрении подобных систем возникает вопрос о вычислении вероятности таких переходов или же о частоте смены различных состояний [7].

Рассмотрим условия возникновения конфликтной ситуации. Предположим, что два самолета конфликтуют, если относительное расстояние между ними меньше или равно безопасно допустимому расстоянию  $d$ . Вероятность опасного сближения самолетов на интервале времени  $[0, T]$  определяется по формуле:

$$q = P\{\exists t \in [0, T] : \mathbf{r}(t) \leq d\}$$

где  $\mathbf{r}(t)$  – вектор относительного положения самолетов;

$d$  – безопасно допустимому расстоянию между самолетами.

Конфликтная ситуация характеризуется вектором:

$$K = (p, d, t),$$

где  $p$  – вероятность опасного сближения самолетов;

$d$  – безопасно допустимому расстоянию между самолетами;

$t$  – момент времени.

**Выводы.** В работе приведена математическая модель движения ВС под влиянием случайных возмущений, основанная на математическом аппарате линейных стохастических дифференциальных уравнений. Задача прогнозирования конфликтных ситуаций описывается многомерным уравнением Фоккера–Планка–Колмогорова (8) и многомерным уравнением Понтрягина (9). Дальнейшим развитием работы авторы видят в реализации описанной математической модели прогнозирования КС между парой ВС, доработка последней с целью прогнозирования КС не только между ВС (техническими объектами), но и прогнозирования КС между экономическими объектами.

**Список литературы:** 1. A. Alonso-Ayuso. Conflict Detection & Resolution / A. Alonso-Ayuso // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2006. – Vol. 7, № 2. – PP. 242–249. 2. Золотухин В. В. Актуальные задачи управления воздушным движением / В. В. Золотухин // ТРУДЫ МФТИ. – 2009. – Т. 1, № 3. – С. 109–111. 3. Светлов В. А. Аналитика конфликта / В. А. Светлов. – СПб. : Питер, 2001. – 543 с. 4. Кузнецов Д. Ф. Стохастические

дифференциальные уравнения : теория и практика / Д. Ф. Кузнецов. – СПб. : Политехн. ун-т., 2010. – 816 с. 5. Дуб Дж. Л. Вероятностные процессы / Дж. Л. Дуб. – М. : ИЛ, 1956. – 536 с. 6. Тихонов В. И. Марковские процессы / В. И. Тихонов. – М. : Советское радио, 1977. – 488 с. 7. Свешиников А. А. Прикладные методы теории случайных функций / А. А. Свешиников. – М. : Наука, 1968. – 449 с.

Надійшла до редколегії 09.06.2011

УДК 378

**М. І. БЕЗМЕНОВ**, канд. техн. наук, проф. НТУ «ХПІ»;  
**Н. В. КОНОХОВА**, магістрант НТУ «ХПІ»;  
**В. Г. БОРИСОВ**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПІ»

### ОЦІНКА ЯКОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ

Пропонуються методи і показники оцінки якості дистанційного курсу. Важливими оцінками є кредитність курсу та рівень інтерактивності курсу. Основними вимогами до побудови тестів є надійність, валідність та дискримінативність. Зроблені висновки про ефективність оцінок.

Предлагаются методы и показатели оценки качества дистанционного курса. Важными оценками являются кредитность курса и уровень интерактивности курса. Основными требованиями к построению тестов являются надежность, валидность и дискриминативность. Сделаны выводы об эффективности оценок.

Methods and indexes of estimation of quality of the controlled from distance course are offered. Important estimations it is been creditability course and level of interactiveness of course. The basic requirements to the construction of tests it is been reliability, validity and discriminative. Conclusions are done about efficiency of estimations

**Вступ.** Світові освітні тенденції полягають в тому, що освіта стає все більш прикладною, все більш доступною. Це стало можливим, зокрема, завдяки галопуючому розвитку дистанційних форм навчання.

Вища дистанційна освіта – це освітні технології, які реалізовані в основному із застосуванням інформаційних і телекомунікаційних технологій при опосередкованій (на відстані) або не повністю опосередкованій взаємодії студента та педагогічного працівника.

Незалежне навчання за спеціально підготовленими програмами є визначальною формою для вищої дистанційної освіти, де викладач є чимось середнім між методистом і тьютором – фахівцем, який надає всебічну підтримку студентам, виставляє оцінки, грає посередницьку роль між навчальним закладом і студентом. Дистанційна освіта стає сьогодні помітною складовою системи вищої школи. У ВНЗ щорічно створюються десятки нових центрів та інститутів дистанційного вищої освіти. Ця форма освіти дозволяє: вибирати зручний час, місце і темп навчання кожному учневі; підвищувати свою квалі-

фікацію, набувати спеціальність без відриву від дому та роботи; здобувати вищу освіту особам, позбавленим можливості здобути традиційну освіту (віддаленість від навчального закладу, хвороба, специфіка роботи і т. д.).

Система дистанційної освіти – це навчання за індивідуальним планом. Вона припускає, що кожен «дистанційний» студент прикріплюється до викладача, завдання якого – курирувати навчання, консультувати по складних темах і питаннях, перевіряти контрольні роботи і тести, допомагати готуватися до іспитів. Система дистанційної освіти – це сукупність організаційних, телекомунікаційних, педагогічних і наукових ресурсів, залучених у створення та практичне здійснення освітніх програм з використанням дистанційної технології навчання [1].

Але тут постає питання, як обрати потрібні курси? Для цього існує ряд оцінок курсу – інтерактивність курсу, кредитність курсу, надійність, валідність та дискримінативність тестів.

#### **Неформальні оцінки курсу.**

Пропоновані в системах віртуального навчання курси прийнято поділяти на два види – кредитні та не кредитні. «Кредитним» вважається курс, офіційно затверджений в акредитованій навчальній установі. Він зараховується студенту в рамках навчальної програми по якій-небудь спеціальності і є однією зі сходинок на шляху до одержання ученого ступеня. Кожен курс у кредитній ієрархії має свою вагу. До «не кредитних» відносять курси, призначені для одержання додаткової чи постуніверситетської освіти (наприклад, з метою підвищення кваліфікації), і ті курси, що не ведуть до одержання ученого ступеня.

Важливим показником оцінки дистанційного курсу є рівень інтерактивності – залучення студентів до процесу. Наприклад, Жиркін и Замлер вважали, що інтерактивність є важливим фактором успішності навчання, і крім того, задоволення від процесу навчання [2]. Гільберт та Мур приводять визначення інтерактивності як взаємообмін між технологіями та тими, хто навчається – цей процес вони називають «зворотнім зв'язком» [3].

Для визначення інтерактивності застосовують елементи, які об'єднують у правила. Ці правила містять чотири окремі елементи для визначення відповідності рівня курсу з точки зору інтерактивності і взаємодії. Для кожного з елементів обирають опис, який найбільш правильно описує курс. Після перегляду всіх елементів і виділення всіх рівнів, складають бали та отримують визначення рівня інтерактивних властивостей курсу (низький (1–7 балів), середній (8–14 балів) або високий (15–20 балів)). За кожен елемент можна поставити від 1 до 5 балів.

#### **Елемент № 1: Соціальні цілі інтерактивності.**

Гільберт та Мур, виділяють важливу ціль – встановлення довіри та атмосфери колективної праці між самими учасниками навчання, а також між учасниками навчання та тьютором. Як вони стверджують, інтерактивність може сприяти як соціальним, так і навчальним задачам, у відношенні задач

навчання, не стільки соціальна довіра, скільки збільшення співпраці може бути головним фактором збільшення рівня інтерактивності.

#### **Елемент № 2: Навчальні цілі інтерактивності.**

Аналіз літератури по дистанційному навчанню показує, що інтерактивність забезпечує дві важливі функції у середовищі навчання. Одна з них – залучення у дискусії по розділах та концепціям курсу. Але у багатьох джерелах у даній області більше уваги приділяється сприянню дизайну курсів на отримання зворотного зв'язку від студентів.

#### **Елемент № 3: Типи та використання технологій.**

Багато авторів описують різноманітні технології, які можуть використовуватися для посилення інтерактивності. Відеоконференції з робочого місця та веб-орієнтовані ресурси у сучасному світі дуже популярні. У той же час, не менш технологій важливі методики, дизайн та методи, які використовують в повній мірі можливості цих потужних ресурсів, що постійно розвиваються [4].

#### **Елемент № 4: Вплив інтерактивності на зміни в поведінки студентів.**

Останній показник в оцінці якості інтерактивності курсів, яким часто нехтують, – вплив на студентів. МакГенрі та Божик [5] розглядали реакцію студентів на ефективно (або неефективно) спроектовані дистанційні курси з точки зору їх поведінки. Цей показник сам по собі збільшує або зменшує готовність використання різних технологічних ресурсів (таких як мікрофон або чат), для спільної роботи з іншими студентами, для запиту додаткової необхідної інформації у тьютора, участі в аудиторних заходах [6].

#### **Формальні оцінки тестів.**

Самоконтроль є первинною формою контролю знань студентів, який обов'язково забезпечується структурою та організацією будь-якого дистанційного курсу.

Основною формою вхідного, поточного та рубіжного контролю є тестування. Крім того, поточний контроль здійснюється під час проведення практичних, лабораторних, семінарських занять та дискусій. Оцінювання результатів тестування, практичних та лабораторних робіт відбувається дистанційно у двох режимах: автоматизовано та безпосередньо викладачем [7].

Важливим показником якості дистанційного курсу є якість його тестів.

Основними вимогами до побудови тестів є надійність, валідність та дискримінативність.

Надійність тесту – це характеристика методики, що відображає точність психодіагностичних вимірювань, а також стійкість результатів тесту до дії сторонніх факторів. При цьому надійність буває декількох видів, найважливішими з яких є:

- ре-тестова надійність – коли розглядаються показники при повторному дослідженні випробовуваних за допомогою одного і того ж тесту протягом часу;

- надійність частин тесту – вираховується шляхом аналізу стійкості результатів окремих сукупностей тестових задач або окремих частин тесту.

Коефіцієнт надійності – середня величина кореляції одного тесту або завдання з усіма тестами або завданнями з генеральної сукупності. Однак на практиці неможливо точно обчислити це теоретичне значення надійності  $r_i$ , оскільки кількість розроблених викладачами завдань і тестів не є нескінченною. Це означає, що надійність  $r_i$   $i$ -го тесту можна оцінити лише приблизно.

На практиці коефіцієнти надійності засновані на кореляції одного тесту з іншими, і ця оцінка може бути не дуже точною. Таким чином, надійність зростає з величиною тесту. З точки зору розробника тестів важливою є швидкість зростання надійності зі зростанням кількості завдань. Завжди важко розробити велику кількість валідних завдань (наприклад, таких, які належать саме потрібній генеральній сукупності); отже, якщо потрібно продемонструвати, що, скажімо, надійність двадцяти п'яти завдань (з заданою середньою кореляцією) є високою, то досягнення цієї мети буде мати сенс.

Тісноту зв'язку між якісними ознаками  $X$  і  $Y$  вимірюють за допомогою коефіцієнта асоціації, де  $X$  – вид тесту, а  $Y$  – результати тестування. У найпростішому випадку формула, за якою розраховується цей показник, має такий вигляд:

$$r_a = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}, \quad (1)$$

де  $a, b, c, d$  – чисельності груп.

Коефіцієнт асоціації, як і пірсоновскій коефіцієнт кореляції, змінюється від  $-1$  до  $+1$ . Значущість  $r_a$  можна перевірити за допомогою  $t$ -критерію Стюдента. Нульову гіпотезу, яка зводиться до гіпотези, що в генеральній сукупності цей показник  $r_a$  дорівнює нулю, відкидають, якщо

$$t_0 = \frac{r_a \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_a^2}} \geq t_{st}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість тестованих;

$r_a$  – коефіцієнт асоціації;

$t_{st}$  – квантиль, для прийнятого рівня значущості ( $\alpha$ ) і числа ступенів свободи  $k = n - 2$ .

Оскільки коефіцієнт асоціації має пряме відношення до пірсоновського критерію  $\chi^2$ , на якому він базується, але якісні ознаки дискретні, їх числове значення не розподіляються безперервно. Враховуючи цю особливість, у

формулу (1) прийнято вносити поправку Йетса на безперервність варіації, яка дорівнює половині обсягу вибірки, в результаті чого формула (1) приймає наступний вигляд:

$$r_a = \frac{|ad - bc| - 0.5n}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}. \quad (3)$$

Стисло розглянемо природу валідності, другої з основних характеристик ефективних тестів. Тест називається валідним, якщо він вимірює те, для вимірювання чого він призначений.

Змістовна валідність застосовується до тестів досягнень. Якщо можна показати, що завдання тесту відображає усі аспекти досліджуваної області поведінки, то тест є, по суті, валідним, за умови, що інструкції викладені ясно.

Дискримінативність – це здатність окремих завдань тесту і тесту в цілому диференціювати обстежуваних щодо «максимального» і «мінімального» результату тесту. За допомогою ретельного конструювання тесту можна забезпечити відповідний рівень дискримінативності, а це саме те, у чому тести значно виграють у порівнянні з іншими формами випробовувань.

Дискримінативність вимірюється показником Фергюсона  $d$  і приймає максимальне значення при рівномірному (прямокутному) розподілі показників ( $d = 1$ ):

$$d = \frac{(n+1)(N^2 - \sum_{i=1}^N F_i^2)}{nN^2}, \quad (4)$$

де  $N$  – кількість тестованих,

$n$  – кількість завдань тесту,

$F_i$  – частота зустрічальності кожного показника.

Особливостями цього показника є те що він змінюється від 0 до 1, причому  $d = 0$ , коли усі тестовані отримали однакові показники, тобто коли немає дискримінативності, і  $d = 1$  при рівномірному розподілі завдань, в яких найбільш повно були реалізовані усі можливі прояви вимірюваної властивості.

**Висновки.** таким чином важливими оцінками є кредитність курсу та рівень інтерактивності курсу. Основними вимогами до побудови тестів є надійність, валідність та дискримінативність. Найефективнішими оцінками є формальні оцінки якості курсів, тобто оцінки тестів. За допомогою ретельного конструювання тесту можна забезпечити відповідний рівень дискримінативності, а це саме те, у чому тести значно виграють у порівнянні з іншими формами випробовувань.

**Список літератури:** 1. <http://science.kharkov.ua/education/distance-education/distance-education-problems.html>. 2. Interactive or non-interactive? That is the question! An annotated bibliography. Journal of Distance Education/ Zirkin, B. & Sumler, D., 10(1), 95–112. 3. Building interactivity into web courses: Tools for social and instructional interaction. Educational Technology / Gilbert, L., & Moore, D. R. (1998), 38(3), 29–35. 4. Distance teaching with a vision. Paper presented at the Biennial Conference of the Australian Society for Educational Technology, Melbourne / Edmonds, R. (1996, July). 5. From a distance: Student voices from the interactive video classroom. TechTrends, 42(6), 20–24. / McHenry, L., & Bozik, M. (1997). 6. Online Journal of Distance Learning Administration, Volume III, Number II, Spring 2000 State University of West Georgia, Distance Education Center. 7. Офіційний вісник України від 30.04.2004. – 2004 р., № 15, стор. 241, стаття 1078, код акту 28528/2004 Положення про дистанційне навчання в Україні. Наказ МОН України.

Надійшла до редакції 16.03.2011

УДК 519.7; 691; 681.51.015; 517.958

**И. А. ГАРЬКИНА**, д-р техн. наук, доц. ПГУАС, г. Пенза, Россия;  
**А. М. ДАНИЛОВ**, д-р техн. наук, проф. ПГУАС, г. Пенза, Россия

### РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ КАК СЛОЖНЫХ СИСТЕМ: МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ПАТТЕРН<sup>1</sup>

Приводиться алгоритм синтезу композиційних матеріалів на основі їхнього подання як складних систем з модульною структурою. Здійснюється розробка модифікації методу ПАТТЕРН для її реалізації при проектуванні радіаційно-захисних композитів із системних позицій.

Приводится алгоритм синтеза композиционных материалов на основе их представления как сложных систем с модульной структурой. Осуществляется разработка модификации метода ПАТТЕРН для ее реализации при проектировании радиационно-защитных композитов с системных позиций.

The algorithm of the synthesis of composite materials is derived on the base of representation of composites as complex systems with modular structure. The adjustment of the PATTERN method for the algorithm is performed during design (which is based on system approach) of the radiation-protective composites.

**Введение.** Важность системных исследований при математическом моделировании и проектировании сложных систем в разных отраслях в настоящее время стала очевидной. В сложных системах отдельные части (подсистемы) системы настолько сильно взаимосвязаны между собой множеством прямых и обратных связей, что изменение одной из них часто ведет к значительным изменениям в других ее частях. Становятся затруднительными декомпозиция всей системы и исследование отдельных более простых ее частей

с возможностью синтеза системы из этих частей. Возникает необходимость оценки и анализа системы как целостной.

**Постановка задачи.** К настоящему времени уже накоплен значительный опыт конструирования сложных систем на основе *системного подхода*. *Первым таким подходом можно считать метод ПАТТЕРН* (Planning Assistance Through Technical Relevance Number, англ. – помощь планированию посредством относительных показателей технической оценки) для решения задач планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в условиях неопределенности. В нем предусматривалось выделение в сложной противоречивой системе функциональных подсистем на основе четкой формулировки целей по уровням. Количество целей не ограничивалось, но предполагалась их детализация с указанием взаимосвязей. Использовался принцип деления сложной проблемы на более мелкие с использованием результатов количественной экспертной оценки каждой из подпроблем, исходя из различных критериев. Метод, в основном, предназначался для прогноза, насколько сформулированные цели могут быть достигнуты. Определялись перечень конечных целей, суммарные веса целей (показатели научно-технической значимости; сумма коэффициентов относительной важности для каждого уровня иерархии принимались равной единице). На заключительном этапе осуществлялось рациональное распределение ресурсов в соответствии с уровнем этих коэффициентов. Для повышения степени обоснованности принимаемого решения, выбора варианта из числа альтернативных (с указанием оптимальных) использовались модели, отражающие все те факторы и взаимосвязи реальной ситуации, которые могли проявиться в процессе осуществления решения. Метод позволил определить классы критериев оценки относительной важности, взаимную полезность, состояние и сроки выполнения научно-исследовательских разработок, а также необходимость разумного баланса между внутренней логикой науки и ее практической значимости (его нарушение приводит к безразличию общества к науке или потере перспективы в фундаментальных исследованиях).

Системный подход позволяет уменьшить или даже исключить неопределенность, свойственную решаемой проблеме; реконструировать ее в моделях, отвечающих целям исследования; выявлять объекты, свойства и связи исследуемой системы с учетом взаимного влияния внешней среды. Сложные иерархические структуры в соответствии с методикой ПАТТЕРН можно рассматривать и как набор определенным образом типологизированных элементов и связей между ними (многоуровневое представление структур). Переход с одного уровня на другой осуществляется путем выделения определенных подструктур, которые, в свою очередь, можно рассматривать в качестве *макроскопических* элементов, связанных между собой более простым и понятным образом. Элементы более низкого уровня могут рассматриваться как *микроскопические*. Тогда система при ее проектировании конфигурируется с использованием, так называемых, *паттернов* (англ. *pattern* — образец, пример, принцип; *не путать* с методикой ПАТТЕРН!). Паттерн можно рассматривать

<sup>1</sup> Работа выполнена в соответствии с заказом Минобрнауки РФ на 2011–2013 гг. (№ 11-ГБ-2).